

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

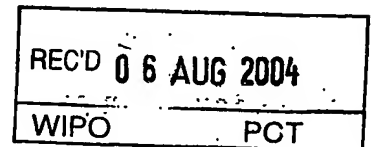
14.06.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2004年 2月25日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2004-049782  
[ST. 10/C]: [JP 2004-049782]



出 願 人  
Applicant(s): テクノコアインターナショナル株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

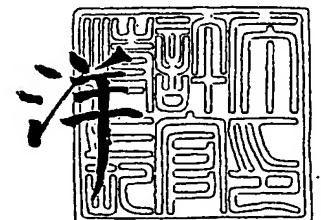
BEST AVAILABLE COPY

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 7月23日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 G7H13296  
【提出日】 平成16年 2月25日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H02J 7/04  
【発明者】  
    【住所又は居所】 兵庫県神戸市中央区港島南町五丁目 5 番 2 号 神戸国際ビジネス  
                                センター テクノコアインターナショナル株式会社内  
    【氏名】 高岡 浩実  
【発明者】  
    【住所又は居所】 兵庫県神戸市中央区港島南町五丁目 5 番 2 号 神戸国際ビジネス  
                                センター テクノコアインターナショナル株式会社内  
    【氏名】 箴部 康夫  
【発明者】  
    【住所又は居所】 兵庫県神戸市中央区港島南町五丁目 5 番 2 号 神戸国際ビジネス  
                                センター テクノコアインターナショナル株式会社内  
    【氏名】 藤原 隆道  
【特許出願人】  
    【識別番号】 500227059  
    【住所又は居所】 兵庫県神戸市中央区港島南町五丁目 5 番 2 号 神戸国際ビジネス  
                                センター  
    【氏名又は名称】 テクノコアインターナショナル株式会社  
    【代表者】 高岡 浩実  
【代理人】  
    【識別番号】 100080621  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 矢野 寿一郎  
    【電話番号】 06-6944-0651  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 001890  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

## 【書類名】特許請求の範囲

## 【請求項 1】

二次電池に充電電圧を供給する充電電圧供給手段と、二次電池に通電される充電電流の電流値を検出する電流検出手段と、二次電池の充電を制御する充電制御装置と、を備えた二次電池の充電装置において、

前記充電制御装置は、

二次電池の定格満充電平衡電圧値よりも低い最低チェック電圧値と、該満充電平衡電圧値を超えるが不可逆化学反応領域には達しない所定の充電印加電圧値と、所定の刻み幅の電圧値と、を記憶した記憶手段と、

それまでのチェック電圧値に前記所定の刻み幅の電圧値を加算して新たなチェック電圧値を設定するインクリメント手段と、

前記充電電圧供給手段から供給される充電電圧を前記所定の充電印加電圧値又は前記チェック電圧値に切り換える切換手段と、

前記電流検出手段によって検出された電流値が、予め入力設定された判定基準値以下になったか否かを判定する第 1 の判定手段と、

前記第 1 の判定手段による前回の肯定判定から今回の肯定判定までの間の所要時間が、前々回の肯定判定から前回の肯定判定までの間の所要時間の  $r$  ( $r$  は 1 以上の実数) 倍を越えたか否かを判定する第 2 の判定手段と、

を具備し、

以下の第 1 ～第 8 ステップに従って二次電池の充電を制御する二次電池の充電装置。

(第 1 ステップ) 前記最低チェック電圧値で二次電池を微小時間印加して、該微小時間の間に、前記電流検出手段によって二次電池に流れている電流値を検出する。

(第 2 ステップ) 前記第 1 の判定手段でこの検出した電流値の判定を行い、該電流値が前記判定基準値を越えていれば、次の第 3 ステップへ移行し、一方、該電流値が前記判定基準値以下となっていれば、第 4 ステップへジャンプする。

(第 3 ステップ) 前記切換手段により充電電圧を前記所定の充電印加電圧値に切り換えて、該所定の充電印加電圧値で二次電池を所定時間印加した後、前記切換手段により充電電圧を前記最低チェック電圧値に切り換え、前記第 1 ステップに戻る。

(第 4 ステップ) 前記インクリメント手段により、それまでのチェック電圧値に前記所定の刻み幅の電圧値を加算して新たなチェック電圧値を設定する。

(第 5 ステップ) 前記切換手段により充電電圧を前記所定の充電印加電圧値に切り換えて、該所定の充電印加電圧値で二次電池を所定時間印加した後、前記切換手段により充電電圧を前記新たなチェック電圧値に切り換え、該新たなチェック電圧値で二次電池を微小時間印加している間に、前記電流検出手段によって二次電池に流れている電流値を検出する。

(第 6 ステップ) 前記第 1 の判定手段によってこの検出した電流値の判定を行い、該電流値が前記判定基準値を越えていれば、前記第 5 ステップに戻り、一方、該電流値が前記判定基準値以下となっていれば、次の第 7 ステップへ移行する。

(第 7 ステップ) 前記第 2 の判定手段によって前記第 1 の判定手段による前回の肯定判定から今回の肯定判定までの間の所要時間の判定を行い、前記第 1 の判定手段による前回の肯定判定から今回の肯定判定までの間の所要時間が前々回の肯定判定から前回の肯定判定までの間の所要時間の  $r$  倍以下であれば、前記第 4 ステップに戻り、一方、前記第 1 の判定手段による前回の肯定判定から今回の肯定判定までの間の所要時間が前々回の肯定判定から前回の肯定判定までの間の所要時間の  $r$  倍を越えていれば、充電停止信号を出力する。

## 【請求項 2】

前記第 7 ステップで、前記充電停止信号が出力されると、前記切換手段により充電電圧を前記所定の充電印加電圧値に切り換えて、該所定の充電印加電圧値で二次電池を第 2 の所定時間印加した後、二次電池の充電を完了する、請求項 1 に記載の二次電池の充電装置。

【請求項 3】

前記所要時間は、前記切換手段による前記チェック電圧値への切換回数をカウントすることで計測されることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の二次電池の充電装置。

## 【書類名】 明細書

## 【発明の名称】 二次電池の充電装置

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ニッケル-カドミウム電池、ニッケル-水素金属電池、鉛蓄電池等の二次電池を充電するための充電装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

二次電池の充電においては、充電の過程で、二次電池の持つ蓄電容量に対してどの程度まで充電されているかを知ることが重要である。

ところが、従来は、これを知る術はなく、従来の二次電池の充電装置は、二次電池内で起こる異常現象（温度上昇、 $-\Delta V$ 特性など）を検出することで、二次電池の充電を停止していた（例えば、特許文献1参照）。

## 【0003】

しかしながら、このような充電方法では、過度に二次電池が充電されて、充電／放電の繰り返しに必要な二次電池の内部構造に欠陥が生じ、その結果、二次電池のサイクル寿命が縮まるという問題点があった。

## 【0004】

そこで、このような問題点を鑑み、本願と同出願人によって、二次電池が満充電状態（充電率が100%の状態）に達したかを定期的にチェックしながら、二次電池の内部構造に損傷を与えることなく適正且つ急速に充電を行うことができる二次電池の充電装置が発明されている（特許文献2参照）。

## 【0005】

この二次電池の充電装置は、二次電池に大電流を流す主充電と、二次電池の満充電状態のチェックと、を交互に繰り返しながら、二次電池を充電している。

主充電では、二次電池に満充電平衡電圧値よりも高い所定の充電印加電圧値（充電率が略0%の二次電池に電圧を印加して、印加電圧を上昇させていったときに、該印加電圧に対する充電電流の増加率が減少していき、充電電流が上昇しなくなったときの、不可逆化学反応領域外の電流ピーク値に対応する所定の充電印加電圧値）を所定時間印加して、二次電池を充電する。

## 【0006】

また、二次電池の満充電状態のチェックでは、二次電池に満充電平衡電圧値を微小時間印加している間に、二次電池に流れている電流値を検出し、該電流値と充電完了判定基準値とを比較して、二次電池が満充電状態に達したか否かをチェックする。

そして、この検出された電流値が充電完了判定基準値より大きいときは、二次電池がまだ満充電状態に達していないと判定して、再び主充電を行い、一方、検出された電流値が充電完了判定基準値以下のときには、二次電池が満充電状態に達したと判定して、ここで二次電池の充電を停止している。

## 【0007】

【特許文献1】 特開平8-9563号公報

## 【0008】

【特許文献2】 特許第3430439号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0009】

以上のように、特許文献2に開示されている充電装置は、定期的に二次電池に満充電平衡電圧値を印加して、二次電池の充電率が100%に達しているか否かをチェックしながら、二次電池を充電しているが、ところが、次のような理由から、同じ種類（例えば、ニッケル-カドミウム電池、ニッケル-水素金属電池など）で同じ型番（例えば、単3型や単4型など）の二次電池であっても、充電率が100%に達していないものがあることが

その後にはわかった。

【0010】

この理由は、同じ種類で同じ型番の二次電池であっても、メーカーの違い、機種の違い、使用履歴の違いなどによって、その蓄電容量や満充電平衡電圧値が微妙に異なり、また、外国製の二次電池の中には、種類、型番、メーカー、機種などが全て同じであっても、その蓄電容量や満充電平衡電圧値が異なるものもある。このために、特許文献2に開示されている充電装置で、同じ種類、同じ型番の二次電池を充電した場合に、その二次電池が持つ実際の満充電平衡電圧値と、充電装置に設定されている満充電平衡電圧値とが微妙に違って、ある二次電池は充電率が90%程度までしか充電されておらず、ある二次電池では充電率が100%以上に過充電されていることもあった。

【0011】

そこで、本発明では、このような点を鑑み、二次電池の種類や型番等に関わらず、どのような二次電池であっても、充電率が略100%になるように充電することができる二次電池の充電装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

以上、発明が解決しようとする課題であり、次に、この課題を解決するための手段を説明する。

まず、請求項1に記載のように、二次電池に充電電圧を供給する充電電圧供給手段と、二次電池に通電される充電電流の電流値を検出する電流検出手段と、二次電池の充電を制御する充電制御装置と、を備えた二次電池の充電装置において、前記充電制御装置は、二次電池の定格満充電平衡電圧値よりも低い最低チェック電圧値と、該満充電平衡電圧値を超えるが不可逆化学反応領域には達しない所定の充電印加電圧値と、所定の刻み幅の電圧値と、を記憶した記憶手段と、それまでのチェック電圧値に前記所定の刻み幅の電圧値を加算して新たなチェック電圧値を設定するインクリメント手段と、前記充電電圧供給手段から供給される充電電圧を前記所定の充電印加電圧値又は前記チェック電圧値に切り換える切換手段と、前記電流検出手段によって検出された電流値が、予め入力設定された判定基準値以下になったか否かを判定する第1の判定手段と、前記第1の判定手段による前回の肯定判定から今回の肯定判定までの間の所要時間が、前々回の肯定判定から前回の肯定判定までの間の所要時間の $r$  ( $r$ は1以上の実数) 倍を越えたか否かを判定する第2の判定手段と、を具備し、以下の第1～第8ステップに従って二次電池の充電を制御する。

(第1ステップ) 前記最低チェック電圧値で二次電池を微小時間印加して、該微小時間の間に、前記電流検出手段によって二次電池に流れている電流値を検出する。

(第2ステップ) 前記第1の判定手段でこの検出した電流値の判定を行い、該電流値が前記判定基準値を越えていれば、次の第3ステップへ移行し、一方、該電流値が前記判定基準値以下となっていれば、第4ステップへジャンプする。

(第3ステップ) 前記切換手段により充電電圧を前記所定の充電印加電圧値に切り換えて、該所定の充電印加電圧値で二次電池を所定時間印加した後、前記切換手段により充電電圧を前記最低チェック電圧値に切り換え、前記第1ステップに戻る。

(第4ステップ) 前記インクリメント手段により、それまでのチェック電圧値に前記所定の刻み幅の電圧値を加算して新たなチェック電圧値を設定する。

(第5ステップ) 前記切換手段により充電電圧を前記所定の充電印加電圧値に切り換えて、該所定の充電印加電圧値で二次電池を所定時間印加した後、前記切換手段により充電電圧を前記新たなチェック電圧値に切り換え、該新たなチェック電圧値で二次電池を微小時間印加している間に、前記電流検出手段によって二次電池に流れている電流値を検出する。

(第6ステップ) 前記第1の判定手段によってこの検出した電流値の判定を行い、該電流値が前記判定基準値を越えていれば、前記第5ステップに戻り、一方、該電流値が前記判定基準値以下となっていれば、次の第7ステップへ移行する。

(第7ステップ) 前記第2の判定手段によって前記第1の判定手段による前回の肯定判定

から今回の肯定判定までの間の所要時間の判定を行い、前記第1の判定手段による前回の肯定判定から今回の肯定判定までの間の所要時間が前々回の肯定判定から前回の肯定判定までの間の所要時間の $r$ 倍以下であれば、前記第4ステップに戻り、一方、前記第1の判定手段による前回の肯定判定から今回の肯定判定までの間の所要時間が前々回の肯定判定から前回の肯定判定までの間の所要時間の $r$ 倍を越えていれば、充電停止信号を出力する。

#### 【0013】

また、請求項2に記載のように、前記第7ステップで、前記充電停止信号が出力されると、前記切換手段により充電電圧を前記所定の充電印加電圧値に切り換えて、該所定の充電印加電圧値で二次電池を第2の所定時間印加した後、二次電池の充電を完了する。

#### 【0014】

そして、請求項3に記載のように、前記所要時間は、前記切換手段による前記チェック電圧値への切換回数をカウントすることで計測されることを特徴とする。

#### 【発明の効果】

#### 【0015】

以上、本発明の解決手段であり、次に本発明による効果を説明する。

まず、請求項1の発明によれば、二次電池の種類や型番等に関わらず、どのような二次電池であっても、その二次電池の満充電平衡電圧値を探り当てながら、充電率が略100%になるように充電することができ、信頼性が向上する。さらに、この充電装置は、内部構造が一部破壊されて劣化している二次電池に対しても有効で、その二次電池の現時点の満充電平衡電圧値を探り当てて、現時点の蓄電容量に対して充電率が略100%になるように充電することができる。

#### 【0016】

そして、請求項2の発明によれば、請求項1の発明と同様の効果を奏するとともに、さらに充電率が100%に近づくように充電することができ、信頼性が向上する。

#### 【0017】

また、請求項3の発明によっても、請求項1の発明又は請求項2の発明と同様の効果を奏する。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0018】

以下に説明する二次電池の充電装置1は、充電時には、二次電池の内部構造を損傷させないように、不可逆化学反応領域D外で、最も高い印加電圧（所定の充電印加電圧値） $E_s$ を印加して二次電池10に大電流を流し、定期的に、印加電圧を満充電平衡電圧値 $E_q$ に切り換えて、二次電池10が満充電状態に達したかをチェックしながら充電を行うところに特徴がある。この満充電平衡電圧値 $E_q$ での満充電状態のチェックでは、瞬時に精確に満充電状態を判定することができ、この充電装置1によれば、充電完了までの時間を30分程度まで短縮することができ、また、過度な化学反応（酸化還元反応）を引き起こすことなく、満充電状態まで適正に充電ができ、その結果、二次電池の内部構造を痛めずサイクル寿命を5000回以上に向上させることができる。

#### 【0019】

次に、図面を参照しながら、本発明の実施の一形態を説明する。

図1は二次電池の充電装置1の構成を示すブロック図であり、該二次電池の充電装置1は、電源部2、操作部3、演算制御部4、電圧・電流制御部5、電圧供給部6、表示部7、電流検出部8、電圧検出部9を有している。

#### 【0020】

電源部2は商用交流電気を直流に変換する変圧、整流回路を含んでおり、操作部3はユーザがスタート操作等を行うための操作ボタンなどで構成されている。演算制御部4は二次電池1の充電を制御する充電制御手段であり、該演算制御部4は二次電池10の満充電平衡電圧値 $E_q$ （図2参照）と、該二次電池10の満充電平衡電圧値 $E_q$ を超える所定の充電印加電圧値 $E_s$ （図2参照。充電率が略0%の二次電池10に印加した電圧を上

昇させる中で印加電圧の上昇に対する充電電流の増加の割合 ( $\Delta I / \Delta E$ ) が減少して該充電電流が上昇しなくなったときの不可逆化学反応領域 D 外での電流ピーク値  $I_s$ 。に対応する電圧値) とを記憶した記憶手段 (メモリ) を具備し、該演算制御部 4 には、二次電池 10 が満充電状態に達したか否かを判定するプログラム等が格納されている。

#### 【0021】

電圧・電流制御部 5 は前記演算制御部 4 からの指令に基づいて二次電池 10 に印加する電圧、電流の切換制御等を行っている。すなわち、電圧・電流制御部 5 は、二次電池 10 の充電電圧を所定の充電印加電圧値  $E_s$ 。又は満充電平衡電圧値  $E_{eq}$ 。等に切り換える切換手段を構成する。電圧供給部 6 は、前記電圧・電流制御部 5 で定められた充電電圧を二次電池 10 に供給する一方、前記演算制御部 4 からの終了指示により充電を停止する。表示部 7 は、充電中又は充電完了等を表示する表示ランプ等で構成されている。

#### 【0022】

電流検出部 8 は、二次電池 10 に通電される充電電流の電流値を検出し、電圧検出部 9 は、二次電池 10 に印加されている電圧値、又は二次電池 10 の充電電圧を検出して、この検出された電流値と、検出された電圧値とは、前記演算制御部 4 へ送られる。

なお、本実施の形態では、報知手段の一例として表示部 7 により視覚を通じてユーザに充電完了等を報知するように構成しているが、音声等により報知するように構成してもよく、報知手段の構成は特に限定はしないものとする。

#### 【0023】

次に、本発明の充電方法を説明する上で基本となる二次電池 10 の充電電圧と充電電流との特性について、図 2 のグラフに基づいて説明する。

図 2 におけるグラフの横軸には電池端子電圧 (印加電圧)  $E$  (V) を、また縦軸には充電電流  $I$  (mA) をとっており、充電率が異なる二次電池 10 の電圧-電流特性をそれぞれ示している。

#### 【0024】

図 2 の破線で示すグラフ  $\alpha$  は、充電率が略 0 % の二次電池 10 の充電時の電圧-電流特性を示しており、この場合は標準電圧  $E^0$  (公称電圧) より低い電圧  $E_a$ 。を印加しても充電電流が流れ出す。この充電電流が流れ出す時の印加電圧 (電池端子電圧) が開放電圧であり、この開放電圧は充電率が高いほど高くなる。

#### 【0025】

図 2 の一点鎖線で示すグラフ  $\beta$  は、充電率が約 50 % の二次電池 10 の充電時における電圧-電流特性を示しており、印加電圧を (0 (V) から) 上昇させていったときに二次電池 10 に充電電流が流れ始める開放電圧  $E_\beta$  は、充電率が略 0 % の二次電池 10 の開放電圧  $E_a$  よりも高くなる。

#### 【0026】

図 2 の二点鎖線で示すグラフ  $\gamma$  は、充電率が約 90 % の二次電池 10 の充電時における電圧-電流特性を示しており、開放電圧は  $E_\gamma$  ( $E_\gamma > E_\beta$ ) である。また、図 2 の実線で示すグラフ  $\delta$  は、充電率が略 100 % (100 % 未満) の二次電池 10 の充電時における電圧-電流特性を示しており、開放電圧は  $E_\delta$  ( $E_\delta > E_\gamma$ ) である。そして、充電率が 100 % の (満充電状態の) 二次電池 10 の開放電圧の値が、満充電平衡電圧値  $E_{eq}$  ( $E_{eq} > E_\delta$ ) である。

#### 【0027】

二次電池 10 は充電率に応じた開放電圧  $E_a$ 、 $E_\beta$ 、 $E_\gamma$ 、 $E_\delta$  等を越えると、略印加電圧に比例して充電電流が増大していき、所定の電圧 (電圧-電流曲線における変曲点) を過ぎると、印加電圧に対する充電電流の増加率 ( $\Delta I / \Delta E$ ) は減少し、やがて、印加電圧を上昇させても充電電流は全く上昇しなくなり、充電電流は電流ピーク値  $I_s$ 。に到達する。

#### 【0028】

このように、印加電圧に対する充電電流の増加率 ( $\Delta I / \Delta E$ ) が 0 となったときの電流ピーク値  $I_s$ 。に対応する印加電圧値は  $E_s$ 。となり、この所定の充電印加電圧値  $E_s$ 。は



二次電池 10 の種類や二次電池 10 の劣化状態などによって決まる二次電池 10 に固有の電圧値となる。

#### 【0029】

前記所定の充電印加電圧値  $E_s$  を超える電圧が印加されると、二次電池 10 は、内部で活物質の酸化還元反応がさらに進んで、電気分解反応を惹き起こし、負性抵抗特性が現れて、意図しない発熱反応や、膨潤等の異常により、ともすれば二次電池 10 の内部構造の破壊に繋がる恐れがある。また、そこまでには至らないにしても、不可逆化学反応が伸展し二次電池 10 のサイクル寿命に大きな影響を与えてしまう。このような、二次電池 10 に悪影響を及ぼす不可逆化学反応が生じるような、充電電流と印加電圧との関係で画定される領域が、図 2 にて斜線で示す不可逆化学反応領域 D である。

#### 【0030】

従って、二次電池 10 の充電においては、二次電池 10 が満充電（充電率 100%）に至るまで、印加電圧に対する充電電流の相対値が反応分水嶺  $I_d$  を越えて不可逆化学反応領域 D に入らないように印加電圧を制御することが必要となる。

#### 【0031】

ところで、二次電池 10 の蓄電容量は、充電電流と充電時間との積で求められる。このため、充電時間を短くしようとすれば、充電電流を増やすことが必要である。

図 2 に示すように、充電率が略 0% の二次電池 10 に満充電平衡電圧値  $E_q$  を印加すると、充電率が上昇するに連れて、二次電池 10 に流れる充電電流は  $I_q$  ( $< I_s$ ) から減少していく。そして、二次電池 10 が満充電状態（充電率 100%）に達したときには、充電電流は 0 (mA) となるため、満充電状態の判定が行いやすい。しかしながら、この満充電平衡電位  $E_q$  による充電では、前記所定の充電印加電圧値  $E_s$  による充電に比べて、充電電流が低く、充電時間がかなり長くなってしまう。

#### 【0032】

そこで、主充電では、二次電池 10 に、不可逆化学反応領域 D 外で最も高い充電電流（電流ピーク値  $I_s$ ）を流すことが可能な所定の充電印加電圧値  $E_s$  を印加して、該二次電池 10 に大電流を流し、そして、定期的に、二次電池 10 に印加する電圧値を満充電平衡電圧値  $E_q$  に切り換えて、二次電池 10 が満充電状態に達したか否かのチェックを行うこととする。

なお、大電流充電のための印加電圧の値は、電流ピーク値  $I_s$  に対応する前記所定の充電印加電圧値  $E_s$  に限らず、それよりやや低い電流値に対応する電圧値 ( $< E_s$ ) でもよい。

#### 【0033】

次に、二次電池の充電装置 1 の第 1 実施形態について説明する。

この第 1 実施形態に係る二次電池の充電装置 1 は、後に示す第 2 実施形態に係る二次電池の充電装置 1、及び第 3 実施形態に係る二次電池の充電装置 1 の基本構成となる。

#### 【0034】

この第 1 実施形態に係る二次電池の充電装置 1 は、図 1 に示すように構成されており、演算制御部 4 には、二次電池 10 を満充電平衡電圧値  $E_q$  で印加中に電流検出部 8 で検出されたチェック電流値  $i$  と、予め入力設定された充電完了判定基準値  $J$ （例えば、10 (mA)）とを比較判定する判定手段である判定プログラムが組み込まれている。

#### 【0035】

次に、図 4 を参照しながら第 1 実施形態に係る充電装置 1 による充電の流れを説明する。

まず、ユーザが充電する二次電池 10 の種類を操作部 3 から演算制御部 4 に入力すると、該演算制御部 4 中の記憶手段に予め記憶設定されたテーブルの中から、この二次電池 10 の種類に相当する所定の充電印加電圧値  $E_s$  と、満充電平衡電圧値  $E_q$  とがそれぞれ選択される。

#### 【0036】

この所定の充電印加電圧値  $E_s$  と満充電平衡電圧値  $E_q$  とは、ニッケル-カドミウム

電池、ニッケル-水素電池等の二次電池の種類や蓄電容量、型番等によって決まる固有の値であり、例えば、ニッケル-カドミウム電池の場合、満充電平衡電圧値  $E_{eq}$  は約 1.41 (V)、所定の充電印加電圧値  $E_s$  はそれよりも高い約 1.80 (V) として選択される。

#### 【0037】

次に、ユーザは操作部 3 を操作すると、充電が開始されて (ステップ A1)、二次電池 10 は所定の充電印加電圧値  $E_s$  で所定時間  $T_1$  (例えば、55 (秒)) 継続して印加される (ステップ A2)。そして、この一定時間  $T_1$  経過後、印加電圧が満充電平衡電圧値  $E_{eq}$  に切り換えられ (ステップ A3)、この満充電平衡電圧値  $E_{eq}$  で二次電池 10 を微小時間  $T_2$  (例えば、5 (秒)) 印加している間に、電流検出部 8 によって二次電池 10 に流れている電流値  $i$  を検出する (ステップ A4)。

#### 【0038】

そして、前記判定プログラムによって、この検出された電流値  $i$  と、前記判定基準値  $J$  とを比較して (ステップ A5)、該電流値  $i$  が該判定基準値  $J$  よりも大きければ、前記ステップ A2 に戻って、上述のフロー (充電制御) を繰り返し、一方、該電流値  $i$  が該判定基準値  $J$  以下であれば、二次電池 10 が満充電状態に達しているとして、ここで充電を停止する (ステップ A6)。

#### 【0039】

以上のように、第 1 実施形態に係る充電装置 1 によれば、二次電池 10 の内部で過度な化学反応 (酸化還元反応) を引き起こすことなく、二次電池 10 を満充電状態まで適正に充電することができる。また、この充電装置 1 によれば、二次電池 10 の内部構造に損傷を与えるのを防止することができるため、サイクル寿命を飛躍的に向上させることができる。さらに、この充電装置 1 は、主なる充電で、二次電池 10 に満充電平衡電圧値  $E_{eq}$  以上の所定の充電印加電圧値  $E_s$  を印加して、該二次電池 10 にかなり大きな充電電流を流しており、これにより充電時間を大幅に短縮することができる。

#### 【0040】

以上のように、第 1 実施形態に係る充電装置 1 は、定期的に二次電池 10 に満充電平衡電圧値  $E_{eq}$  を印加して、その充電率が 100% に達しているか否かをチェックしながら、二次電池 10 を充電しているが、ところが、次のような理由から、同じ種類 (例えば、ニッケル-カドミウム電池、ニッケル-水素金属電池など) で同じ型番 (例えば、単 3 型や単 4 型など) の二次電池 10 であっても、充電率が 100% に達していないものがあることがその後にはわかった。

#### 【0041】

この理由は、同じ種類で同じ型番の二次電池 10 であっても、メーカーの違い、機種の違い、使用履歴の違いなどによって、その蓄電容量や満充電平衡電圧値が微妙に異なり、また、外国製の二次電池 10 の中には、種類、型番、メーカー、機種などが全て同じであっても、その蓄電容量や満充電平衡電圧値  $E_{eq}$  が異なるものもある。このために、第 1 実施形態に係る充電装置 1 によって、同じ種類、同じ型番の二次電池 10 を充電した場合に、その二次電池 10 が持つ実際の満充電平衡電圧値と、充電装置 1 に設定されている満充電平衡電圧値  $E_{eq}$  とが微妙に違って、ある二次電池 10 は充電率が 90% 程度までしか充電されておらず、ある二次電池 10 は充電率が 100% 以上に過充電されていることもあった。

#### 【0042】

そこで、第 2 実施形態に係る二次電池の充電装置 1 は、このような点を鑑み、次のように改良が図られている。

#### 【0043】

この第 2 実施形態に係る充電装置 1 も、図 1 に示すように構成されており、演算制御部 4 と、電圧・電流制御部 5 以外の構成は、前記第 1 実施形態の充電装置 1 と略同様である。

#### 【0044】

演算制御部4の記憶手段(メモリ)には、測定対象となるどの二次電池10の定格満充電平衡電圧値よりも低い最低チェック電圧値 $E_1$ と、該満充電平衡電圧値を超えるが測定対象となるどの二次電池10も不可逆化学反応領域Dには達しない所定の充電印加電圧値 $E_t$  ( $\leq E_s$ )、所定の刻み幅の電圧値 $\Delta E$ と、が記憶されている。

また、演算制御部4には、後述の条件が満たされた場合に、それまでのチェック電圧値 $E_c$ に前記所定の刻み幅の電圧値 $\Delta E$ を加算して新たなチェック電圧値 $E_{c+1}$  ( $=E_c + \Delta E$ )を設定するインクリメントプログラムが組み込まれている。ここで、チェック電圧値 $E_c$ は、最低チェック電圧値 $E_1$ から電圧値 $\Delta E$ を $c$ 回( $c$ は1以上の整数)インクリメントした電圧値であり、 $E_{c+1} = E_1 + \Delta E \cdot c$ と表すこともできる。

#### 【0045】

さらに、演算制御部4には、二次電池10をチェック電圧値 $E_c$ で印加中に電流検出部8で検出された電流値 $i$ が、予め入力設定された判定基準値 $K$ (例えば、1(mA))以下になったか否かを判定する第1判定プログラムと、該第1判定プログラムによる前回の肯定判定(二次電池10にチェック電圧値 $E_{c-1}$ を印加しているときに検出された電流値 $i$ が判定基準値 $K$ 以下との判定)から今回の肯定判定(二次電池10にチェック電圧値 $E_c$ を印加しているときに検出された電流値 $i$ が判定基準値 $K$ 以下との判定)までの間に、電圧・電流制御部5によるチェック電圧値 $E_c$ への切換回数をカウントする計測プログラムと、該第1判定プログラムによる前回の肯定判定から今回の肯定判定までのチェック電圧値 $E_c$ への切換回数が前々回の肯定判定から前回の肯定判定までのチェック電圧値 $E_{c-1}$ への切換回数の $r$ ( $r$ は1以上の実数)倍を越えたか否かを判定する第2判定プログラムと、が組み込まれている。ただし、この計測プログラムによる計測と、第2判定プログラムによる判定とは $c \geq 2$ の場合に行われるものとする。

#### 【0046】

以上のように、第2実施形態に係る充電装置1の演算制御部4には、インクリメント手段であるインクリメントプログラムと、判定手段である第1判定プログラム及び第2判定プログラムと、計測手段である計測プログラムとが、格納されている。

なお、計測プログラムと第2判定プログラムとは上記構成に限らず、計測プログラムは前記第1判定プログラムによる前回の肯定判定から今回の肯定判定までの間の所要時間を計測する構成とし、第2判定プログラムは第1判定プログラムによる前回の肯定判定から今回の肯定判定までの間の所要時間が、前々回の肯定判定から前回の肯定判定までの間の所要時間の $r$ 倍を越えたか否かを判定する構成としてもよい。

#### 【0047】

また、切換手段である電圧・電流制御部5は、二次電池10の充電電圧を、充電を行うための所定の充電印加電圧値 $E_t$ 又は二次電池10の満充電状態をチェックするためのチェック電圧値 $E_c$ (最低チェック電圧値 $E_1$ を含む)に切り換える。

#### 【0048】

次に、第2実施形態に係る充電装置1による充電の概要を説明する。

この第2実施形態に係る充電装置1による充電を、陸上競技の走り高跳びに例えて説明すると、ここに、その高飛び能力が正確にはわからない競技者(満充電平衡電圧値が正確にはわからない二次電池)がいるとする。

#### 【0049】

まず、バーの高さを最低高さ(最低チェック電圧値 $E_1$ )に設定して、競技(充電)を行い、競技者がこの最低高さをクリアー(第1判定プログラムによる判定で、検出された電流値 $i$ が判定基準値 $K$ 以下と判定)すると、そのクリアーまでに要した試技の回数を記録しておく。通常の走り高跳びのルールでは、試技の回数は3回までであるが、ここでのルールは、試技の回数は前回の高さ(チェック電圧値 $E_c$ )でその高さをクリアーするまでに要した回数の $r$ 倍以内とする。例えば、この $r$ は1として、前回の高さ(チェック電圧値 $E_c$ )でその高さをクリアーするまでに10回の試技を要した場合は、バーの高さ(電圧値)を所定高さ(所定の刻み幅の電圧値 $\Delta E$ )上げた後の今回の高さ(新たなチェック電圧値 $E_{c+1}$ )では試技の回数は10回までとして、10回を越えると(第2判定プロ

グラムによる判定)、そこで競技(充電)を終了するものとする。

#### 【0050】

図4は図2における矢視Pの部分拡大した図であり、ニッケル-水素電池を例に挙げて説明する。

電圧-電流特性は、充電が進むに連れて(充電率が上昇するに連れて)、図4中の矢印の方向に推移していき、反応分水嶺Ldに沿う直線が充電率100%の直線となる。

まず、最低チェック電圧値 $E_1$ を1.40(V)に設定して、満充電平衡電圧値 $E_{eq}$ を超えるが不可逆化学反応領域Dには達しない所定の充電印加電圧値による充電と、該最低チェック電圧値 $E_1$ による充電状態のチェックとを繰り返していく。この最低チェック電圧値 $E_1$ によるチェック回数が増えるに従って、チェック時に検出される電流値 $i$ は減少していき、図4中の1.40(V)上の太線に沿って下降していく。そして、例えば、20回目の最低チェック電圧値 $E_1$ によるチェックで、検出された電流値 $i$ が判定基準値K以下と判定されたとする。

#### 【0051】

次のチェック電圧値 $E_2$ は、最低チェック電圧値 $E_1$ から0.01(V)上げて1.41(V)に設定し、このチェック電圧値 $E_2$ による最初の充電状態チェックでは、ニッケル-水素電池に2(mA)弱の電流が流れ、該チェック電圧値 $E_2$ によるチェック回数が増えるに従って、チェック時に検出される電流値 $i$ は減少していき、図4中の1.41(V)上の太線に沿って下降していく。そして、例えば、3回目の充電状態チェックで、検出された電流値 $i$ が判定基準値K以下と判定されたとする。この検出された電流値 $i$ が判定基準値K以下と判定されるまでのチェック回数(3回)は前回の最低チェック電圧値 $E_1$ で検出された電流値 $i$ が判定基準値K以下と判定されるまでのチェック回数(20回)よりも少なく、従って、さらに充電を続けるものとする。

#### 【0052】

次に、チェック電圧値 $E_3$ をチェック電圧値 $E_2$ から0.01(V)上げて1.42(V)に設定し、このチェック電圧値 $E_3$ による最初の充電状態チェックでは、ニッケル-水素電池に約2(mA)の電流が流れ、該チェック電圧値 $E_3$ によるチェック回数が増えるに従って、チェック時に検出される電流値 $i$ は減少していき、図4中の1.42(V)上の太線に沿って下降していく。そして、例えば、3回目の充電状態チェックで、検出された電流値 $i$ が判定基準値K以下と判定されたとする。この検出された電流値 $i$ が判定基準値K以下と判定されるまでのチェック回数(3回)は前回のチェック電圧値 $E_2$ で検出された電流値 $i$ が判定基準値K以下と判定されるまでのチェック回数(3回)と同じで、従って、この場合も、さらに充電を続けるものとする。

#### 【0053】

以後、同様に充電状態をチェックしていき、1.47(V)のチェック電圧値で、検出された電流値 $i$ が判定基準値K以下と判定されるまでのチェック回数が、その前の1.46(V)のチェック電圧値で、検出された電流値 $i$ が判定基準値K以下と判定されるまでのチェック回数を越えたとすると、ここで、ニッケル-水素電池の充電を停止する。このように二次電池を充電することで、該二次電池の充電率は略100%となる。

#### 【0054】

次に、図5を参照しながら第2実施形態に係る充電装置1による充電の流れを説明する。

まず、ユーザは充電装置1に二次電池10をセットして、操作部3を操作すると、二次電池10は充電装置1による測定対象となる全ての種類、全ての型番の二次電池の定格満充電平衡電圧値よりも低い最低チェック電圧値 $E_1$ (例えば、1.40(V))で微小時間 $T_2$ (例えば、5(秒))印加される(ステップB1)。

#### 【0055】

この最低チェック電圧値 $E_1$ で二次電池10を微小時間 $T_2$ 印加している間に、電流検出部8によって二次電池10に流れている電流値 $i$ を検出して(ステップB2)、前記第1判定プログラムでこの検出した電流値 $i$ の判定を行う(ステップB3)。

## 【0056】

この検出した電流値  $i$  が判定基準値  $K$  を越えていれば（ステップ B 3）、電圧・電流制御部 5 により充電電圧を前記所定の充電印加電圧値  $E_t$  に切り換えて、該所定の充電印加電圧値  $E_t$  で二次電池 10 を所定時間  $T_1$ （例えば、55（秒））印加する（ステップ B 4）。この所定の充電印加電圧値  $E_t$  で二次電池 10 の充電を行い、所定時間印加  $T_1$  の経過後、電圧・電流制御部 5 により充電電圧を前記最低チェック電圧値  $E_1$  に切り換えて、再び、前記ステップ B 1 に戻る。

## 【0057】

一方、検出した電流値  $i$  が判定基準値  $K$  以下であれば（ステップ B 3）、前記演算制御部 4 のインクリメントプログラムにより、それまでのチェック電圧値  $E_c$ （最低チェック電圧値  $E_1$  を含む）に前記所定の刻み幅の電圧値  $\Delta E$ （例えば、0.01（V））を加算して新たなチェック電圧値  $E_{c+1}$ （ $=E_c + \Delta E$ ）を設定するとともに（ステップ B 5）、電圧・電流制御部 5 により充電電圧を前記所定の充電印加電圧値  $E_t$  に切り換えて、該所定の充電印加電圧値  $E_t$  で二次電池 10 を所定時間  $T_1$ （例えば、55（秒））印加する（ステップ B 6）。

## 【0058】

そして、所定時間  $T_1$  の経過後、電圧・電流制御部 5 により充電電圧をこの新たなチェック電圧値  $E_c$  に切り換えて、該新たなチェック電圧値  $E_{c+1}$  で二次電池 10 を微小時間  $T_2$  印加し（ステップ B 7）、この微小時間  $T_2$  の間に、電流検出部 8 によって二次電池 10 に流れている電流値  $i$  を検出して（ステップ B 8）、前記第 1 判定プログラムでこの検出した電流値  $i$  の判定を行う（ステップ B 9）。

## 【0059】

この検出した電流値  $i$  が判定基準値  $K$  を越えていれば（ステップ B 9）、前記ステップ B 5 に戻り、一方、該電流値  $i$  が判定基準値  $K$  以下となっていれば（ステップ B 9）、前記第 2 判定プログラムによって前記第 1 判定プログラムによる前回の肯定判定（検出した電流値  $i$  が判定基準値  $K$  以下との判定）から今回の肯定判定（検出した電流値  $i$  が判定基準値  $K$  以下との判定）までの間に切り換えられた、チェック電圧値  $E_c$  への切換回数  $N_c$  を判定する（ステップ B 10）。

## 【0060】

この第 1 判定プログラムによる前回の肯定判定から今回の肯定判定までの間のチェック電圧値  $E_c$  への切換回数  $N_c$  が前々回の肯定判定から前回の肯定判定までの間のチェック電圧値  $E_{c-1}$  への切換回数  $N_{c-1}$  の  $r$  倍以下であれば（ステップ B 10）、前記ステップ B 6 に戻り、一方、第 1 判定プログラムによる前回の肯定判定から今回の肯定判定までの間のチェック電圧値  $E_c$  への切換回数  $N_c$  が前々回の肯定判定から前回の肯定判定までの間のチェック電圧値  $E_{c-1}$  への切換回数  $N_{c-1}$  の  $r$  倍を越えていれば（ステップ B 10）、充電停止信号が出力されて（ステップ B 11）、二次電池 10 の充電が停止される（ステップ B 12）。

## 【0061】

なお、前記ステップ B 11 で、充電停止信号が出力されたときに、即座に二次電池 10 の充電を停止してもよく、あるいは、ある時間が経過した後に二次電池 10 の充電を停止してもよい。後者の場合は、前記充電停止信号が出力されると、例えば、電圧・電流制御部 5 により充電電圧を前記所定の充電印加電圧値  $E_t$  に切り換えて、該所定の充電印加電圧値  $E_t$  で二次電池 10 を第 2 の所定時間  $T_3$  印加した後、二次電池 10 の充電を完了する。あるいは、前記充電停止信号が出力されると、前記所定の充電印加電圧値  $E_t$  による所定時間  $T_1$  の電圧印加と、前記チェック電圧値  $E_c$  による微小時間  $T_2$  の電圧印加とから成るサイクルを所定回数繰り返した後、二次電池 10 の充電を完了するように構成してもよい。

このように充電することで、二次電池 10 の充電率がさらに 100% に近づくように充電することができる。

## 【0062】

以上のような構成で、この第2実施形態の充電装置1によれば、二次電池10の種類や型番等に関わらず、どのような二次電池10であっても、その二次電池10の満充電平衡電圧値を探り当てながら、充電率が略100%になるように充電することができ、信頼性が向上する。さらに、この充電装置1は、内部構造が一部破壊されて劣化している二次電池10に対しても有効で、その二次電池10の現時点の満充電平衡電圧値を探り当てて、現時点の蓄電容量に対して充電率が略100%になるように充電することができる。

【0063】

次に、第2実施形態に係る充電装置1による充電理論について説明する。

図6に示すように、一定値に近づく漸近特性をもつ関数の一般形としては、3つの例が挙げられる。このうち図6中の(b)の関数に関しては、第2実施形態に係る充電装置1による充電には当てはまらないため、図6中の(a)の関数及び(c)の関数について検討する。

まず、図6中の(a)の関数について説明すると、図7に示すように、充電率が100%の満充電状態の飽和時の電位を $V_{eq, f}$ とすると、起電電圧 $V_{eq}(t)$ は次式(a-1)で表される。

【0064】

【数1】

$$V_{eq}(t) = \{V_{eq, f} - V_{eq}(t_0)\} (1 - e^{-\lambda(t-t_0)}) + V_{eq}(t_0) \quad (a-1)$$

【0065】

ここで、時刻 $t = t_1$ のときの起電電圧を $V_{eq}(t_1)$ とすると、次式(a-2)が成立する。

【0066】

【数2】

$$V_{eq}(t_1) = \{V_{eq, f} - V_{eq}(t_0)\} (1 - e^{-\lambda(t_1-t_0)}) + V_{eq}(t_0) \quad (a-2)$$

【0067】

この状態からチェック電圧値を $\Delta V$ 上げて新たなチェック電圧値を設定し、電池起電電圧がこの新たなチェック電圧値に平衡するまでの所要時間を $\Delta t(t_n)$ とすると次式(a-3)が成立する。

【0068】

【数3】

$$V_{eq}(t_1) + \Delta V = \{V_{eq, f} - V_{eq}(t_0)\} (1 - e^{-\lambda(t_1 + \Delta t(t_1) - t_0)}) + V_{eq}(t_0) = V_{eq}(t_2) \quad (a-3)$$

【0069】

この式(a-3)を整理すると、次式(a-4)が得られ、この式(a-4)は式(a-2)を使うと、式(a-5)で表される。

【0070】

【数 4】

$$\Delta t(t_1) = \frac{1}{\lambda} \ln \left[ 1 - \frac{\Delta V}{\{V_{eq,f} - V_{eq}(t_0)\} e^{-\lambda(t_1-t_0)}} \right]^{-1} \quad (a-4)$$

$$\Delta t(t_1) = \frac{1}{\lambda} \ln \left[ \frac{V_{eq,f} - V_{eq}(t_1)}{V_{eq,f} - V_{eq}(t_1) - \Delta V} \right] \quad (a-5)$$

【0071】

式 (a-3) で示される時刻  $t = t_2$  から  $2\Delta t(t_1)$  の時の電池電圧  $V_{eq}(t_2 + 2\Delta t(t_1))$  を算出し、 $V_{eq}(t_2) + \Delta V$  と比較する。

すなわち、式 (a-1) に、 $t = t_1 + 3\Delta t(t_1)$  を代入した次式 (a-6) と、式 (a-1) に、 $t = t_2$  を代入して  $\Delta V$  を足した次式 (a-7) との比較になる。

【0072】

【数 5】

$$V_{eq}(t_1 + 3\Delta t(t_1)) = \{V_{eq,f} - V_{eq}(t_0)\} (1 - e^{-\lambda(t_1-t_0+3\Delta t(t_1))}) + V_{eq}(t_0) \quad (a-6)$$

$$V_{eq}(t_2) + \Delta V = \{V_{eq,f} - V_{eq}(t_0)\} (1 - e^{-\lambda(t_1+\Delta t(t_1)-t_0)}) + V_{eq}(t_0) + \Delta V \quad (a-7)$$

【0073】

式 (a-6) が式 (a-7) よりも大きければ、基点は  $t = t_2$  となり、充電は続行する。一方、式 (a-6) が式 (a-7) よりも小さければ、充電は終止し、終止した電池起電電圧は式 (a-6) で規定される。ここで、次式 (a-8) は、式 (a-6) から式 (a-7) を引いた計算式である。

【0074】

【数 6】

$$\begin{aligned} A &= \{V_{eq,f} - V_{eq}(t_0)\} e^{-\lambda(t_1-t_0)} e^{-\lambda\Delta t(t_1)} (1 - e^{-2\lambda\Delta t(t_1)}) - \Delta V \\ &= \{V_{eq,f} - V_{eq}(t_1) - \Delta V\} (1 - e^{-2\lambda\Delta t(t_1)}) - \Delta V \end{aligned} \quad (a-8)$$

【0075】

具体例として、ここで、ある二次電池が次の定数を持つとする。

$V_{eq,f} = 1.417$  (V)、 $V_{eq}(t_0) = 1.385$  (V)、定数  $\lambda$  は充電電流によって決まる定数、比較電圧のアップは  $\Delta V = 0.01$  (V) とする。計算の基点は図 8 の時間-電圧のパターンの場合、時刻  $t = t_1$  となる。(チェック開始電圧は 1.38 (V) としても、制御の対象となるのは同図の場合、時刻  $t = t_1$  以降となる。)

これらの値を前記の式 (a-8) に代入すると、次式 (a-9) が得られる。

【0076】

【数 7】

$$A = \{V_{eq,f} - V_{eq}(t_1) - \Delta V\} (1 - e^{-2\lambda\Delta t(t_1)}) - \Delta V = (1.407 - V_{eq}(t_1)) (1 - e^{-2\lambda\Delta t(t_1)}) - 0.01 \quad (a-9)$$



## 【0077】

以上の計算式に基づき、前記第2実施形態に係る充電装置1において、第2判定プログラムでの判定に係る定数 $r$ を、 $r=2$ と設定したときの実例を説明する。

## 【0078】

図9に示すように、まず、最低チェック電圧値を1.39 (V) に設定して、二次電池の充電を開始する。充電が進み二次電池の起電電圧が1.39 (V) に達すると平衡して充電は停止する。

次にチェック電圧値を0.01 (V) 上げて1.40 (V) とすると、ある時間経過後 (図9の例では、無次元化された時間で0.463)、電池起電電圧は1.40 (V) に達する。さらに、チェック電圧値を0.01 (V) 上げて1.41 (V) とし、1.40 (V) から1.41 (V) に達するに要した時間 (無次元化された時間で0.887) の2倍の時間経過すると充電を終止させる。このときの電池起電電圧は1.4158 (V) となり、本来の満充電時起電電圧の99.9%に達している。

## 【0079】

この制御方式は二次電池のもつ充電特性がこのパターンである限り、起電電圧に差があっても正しく満充電時の起電電圧に近づけることが可能であり、従って、二次電池の品種を問わず満充電が可能である。

## 【0080】

次に、図6中の(c)の関数について説明する。

図10に示すように、この場合の充電の概要を説明すると、時刻 $t=t_1$ で電池電圧がチェック電圧値に平衡し、そのときの電圧は $V_{eq}(t_1)$ となる。次にチェック電圧値を $\Delta V$ 上げて新たなチェック電圧値を設定して、充電を持続し、平衡するまでの時間を $\Delta t(t_1)$ とする。そこでの平衡電圧は $V_{eq}(t_1) + \Delta V$ である。さらにチェック電圧値を $\Delta V$ 上げて新たなチェック電圧値を設定し、充電を持続する。このとき、 $2\Delta t(t_1)$ 経過しても平衡しないときは充電を終止する。平衡したときはその時間経過を $\Delta t(t_2)$ とし、そのときの平衡電圧は $V_{eq}(t_1) + 2\Delta V$ となる。そして、チェック電圧値を $\Delta V$ ずつ上げて、以上の過程を繰り返す。

## 【0081】

以上の充電制御を数学的に演繹すると、図10に示す電位曲線は次式(b-1)に従うものとする。

## 【0082】

## 【数8】

$$V_{eq}(t) = (V_{eq,f} - V_{eq,2'}) \frac{1}{1 + e^{-\lambda(t-t_c)}} + V_{eq,2'} \quad (b-1)$$

## 【0083】

時刻 $t=t_1$ のとき、式(b-1)に代入すると、次式(b-2)が得られる。

## 【0084】

## 【数9】

$$V_{eq}(t_1) = (V_{eq,f} - V_{eq,2'}) \frac{1}{1 + e^{-\lambda(t_1-t_c)}} + V_{eq,2'} \quad (b-2)$$

## 【0085】

この時点より、電圧が $\Delta V$ 上昇するのに要する時間を計算する。

## 【0086】



【数 10】

$$V_{eq}(t_2) = V_{eq}(t_1) + \Delta V = (V_{eq,f} - V_{eq,2'}) \frac{1}{1 + e^{-\lambda(t_1 + \Delta t(t_1) - t_c)}} + V_{eq,2'} \quad (b-3)$$

【0087】

上式 (b-3) を変形すると、次式 (b-3') が得られる。

【0088】

【数 11】

$$\Delta t(t_1) = \frac{1}{\lambda} \ln \left\{ \frac{1 + \frac{\Delta V}{(V_{eq,f} - V_{eq,2'})} (1 + e^{-\lambda(t_1 - t_c)})}{1 - \frac{\Delta V}{(V_{eq,f} - V_{eq,2'})} (1 + e^{\lambda(t_1 - t_c)})} \right\} \quad (b-3')$$

【0089】

また、前記の式 (b-2) を変形すると、次式 (b-2') が得られる。

【0090】

【数 12】

$$e^{-\lambda(t - t_c)} = \frac{V_{eq,f} - V_{eq}(t)}{V_{eq}(t) - V_{eq,2'}} \quad (b-2')$$

【0091】

以上の計算式に基づき、前記第2実施形態に係る充電装置1において、第2判定プログラムでの判定に係る定数  $r$  を、 $r=2$  と設定したときの実例を説明する。

チェック電圧値を 0.01 (V) ずつ上げていったときに、充電のステップ (充電の度合い) によって、そのバーの高さ (チェック電圧値) をクリアするのに要する時間が異なり、その所要時間が前の2倍になったときに、充電を終止したときの平衡電圧を計算する。

【0092】

図11では、最初のバーの高さである最低チェック電圧値を 1.40 (V) に設定して、1.40 (V) から 1.41 (V) にチェック電圧値をあげると、そこをクリアするのに無次元化された時間で 1.299 要している。また、1.43 (V) から 1.44 (V) には図11の表中の最低時間 (無次元化された時間で 0.673) でクリアし、チェック電圧値をさらに上げると、そのチェック電圧値をクリアするのに要する時間が長くなり、あげくはいつまで経ってもクリアできないことになる。そこで、最後にクリアした所要時間の2倍を限度に充電を終止させた場合、目標値に達成度を計算したのが図11の表の最下段の値となる。この表からもわかるように、この充電方法によれば、充電終止時に、本来の満充電時起電電圧の 99.97% に達している。

【0093】

以上は、前記第2実施形態に係る充電装置1において、第2判定プログラムでの判定に係る定数  $r$  を、 $r=2$  と設定した場合の説明である。この定数の設定  $r$  は、1以上であれば、限定するものではない。この定数  $r$  を  $r=1$  と設定した場合には、図10における電圧曲線の編曲点 (時刻  $t = t_c$  での電圧値) 付近で充電が停止し、充電終了時の二次電池の充電率は約 80% となっている。このような設定の充電の方法も有効であり、不可逆反応領域 D に決して達することなく充電を行うことができ、サイクル寿命を 5000 回を

越えるまでに飛躍的に延ばすことができる。

【図面の簡単な説明】

【0094】

【図1】二次電池の充電装置1の制御構成を示すブロック図。

【図2】二次電池10の充電率ごとの電流－電圧特性を示すグラフ。

【図3】第1実施形態の充電装置1による充電制御を示すフローチャート。

【図4】図2における矢視Pの部分拡大した図。

【図5】第2実施形態の充電装置1による充電制御を示すフローチャート。

【図6】一定値に近づく漸近特性をもつ関数を示す図。

【図7】図6中の(a)に示す関数の漸近特性を示す図。

【図8】図6中の(a)に示す関数の漸近特性を示す図。

【図9】チェック電圧値をインクリメントしていったときの充電終了状態の判定を示す表。

【図10】図6中の(c)に示す関数の漸近特性を示す図。

【図11】チェック電圧値をインクリメントしていったときの充電終了状態の判定を示す表。

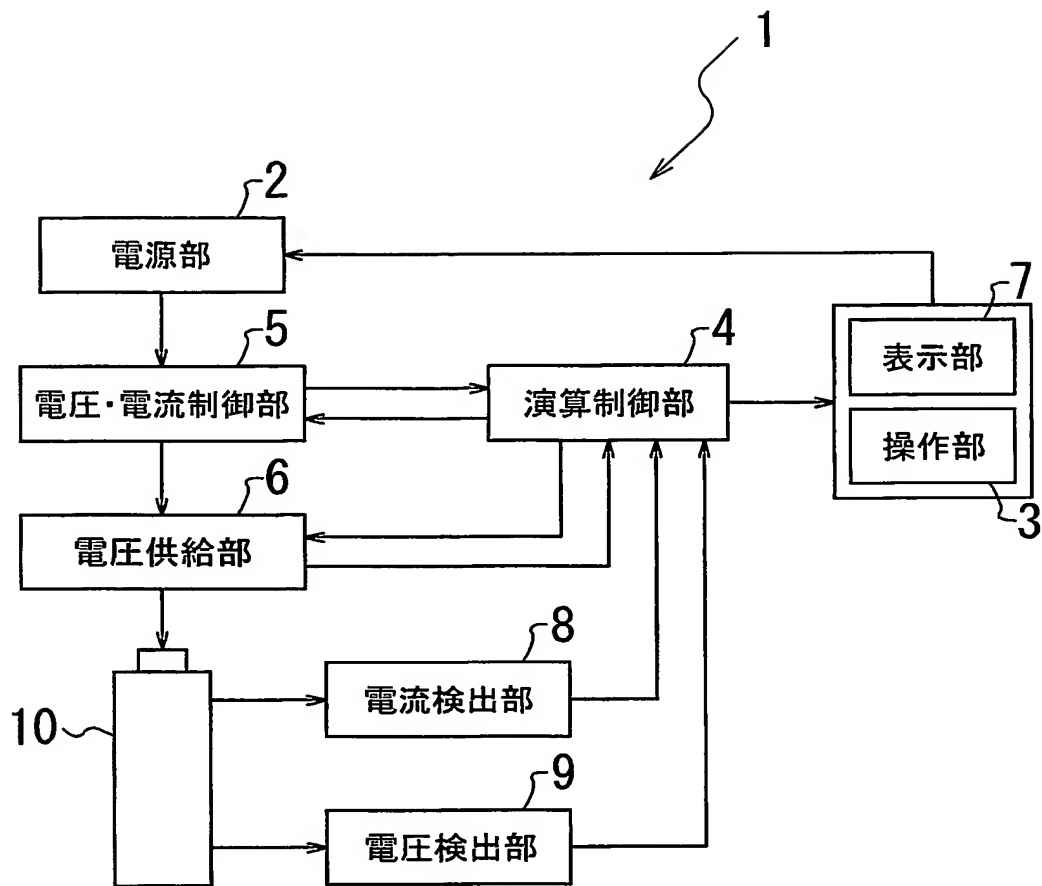
【符号の説明】

【0095】

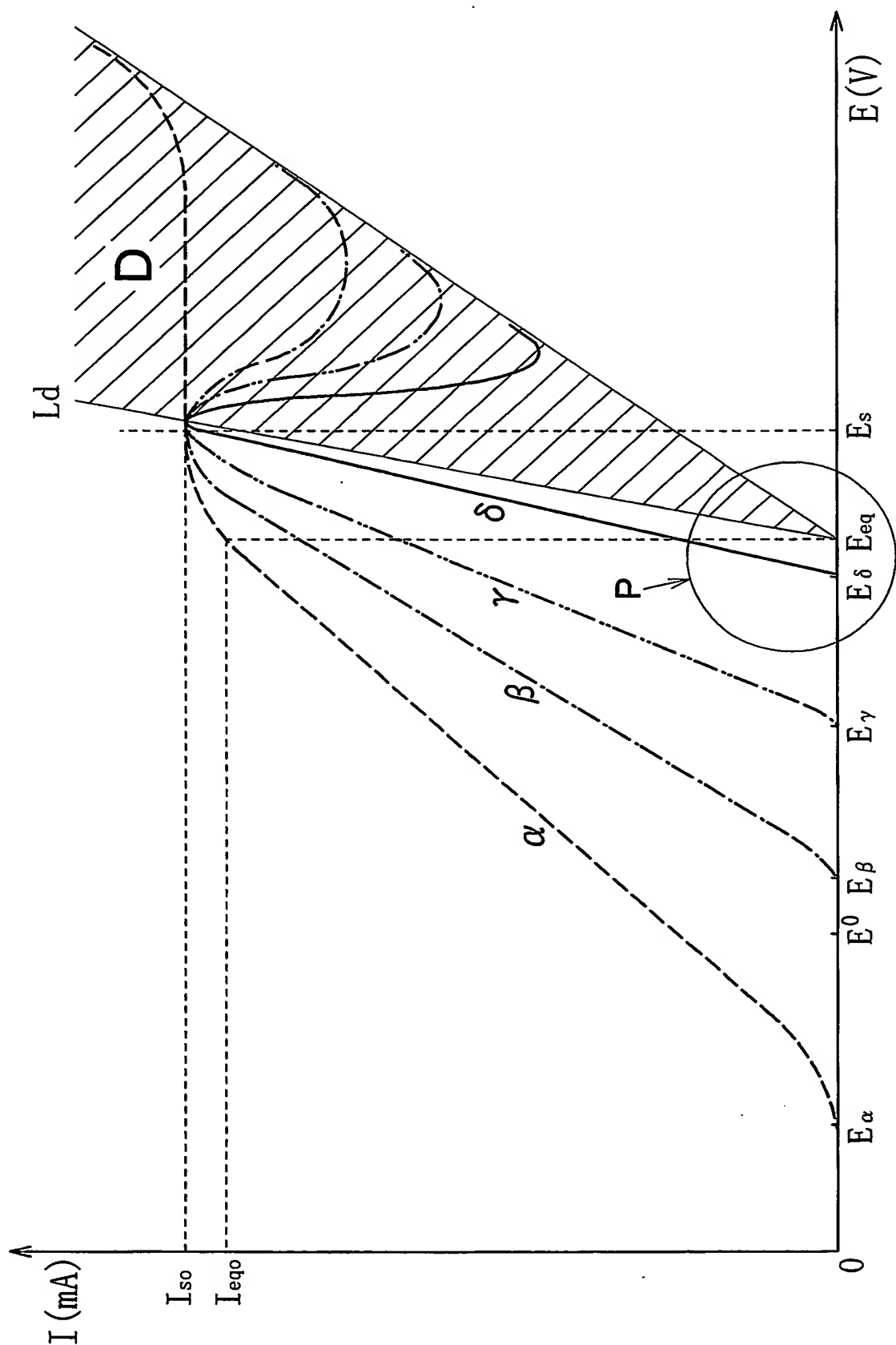
- 1 充電装置
- 2 電源部
- 3 操作部
- 4 演算制御部
- 5 電圧・電流制御部
- 6 電圧供給部
- 7 表示部
- 8 電流検出部
- 9 電圧検出部
- 10 二次電池

【書類名】 図面

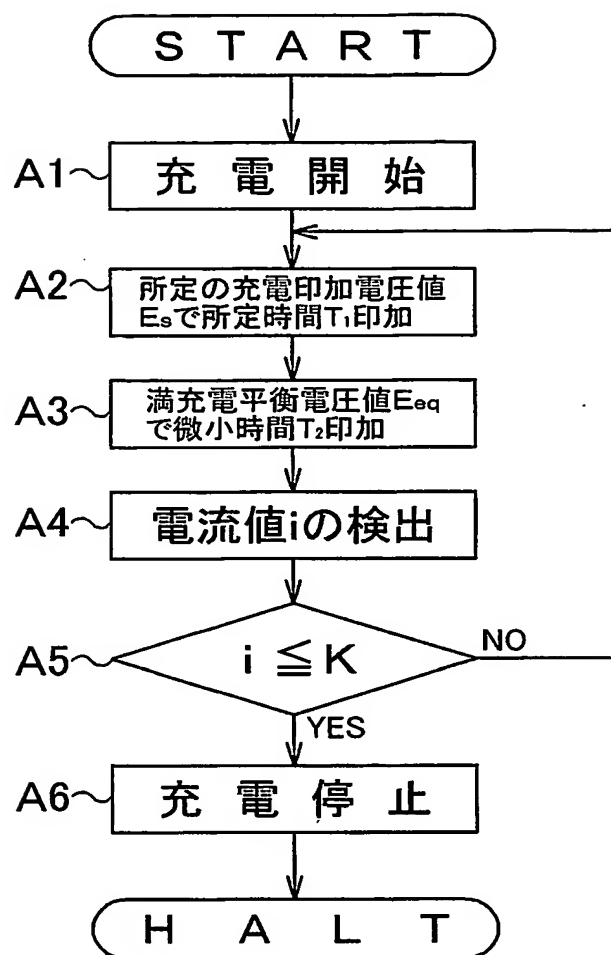
【図 1】



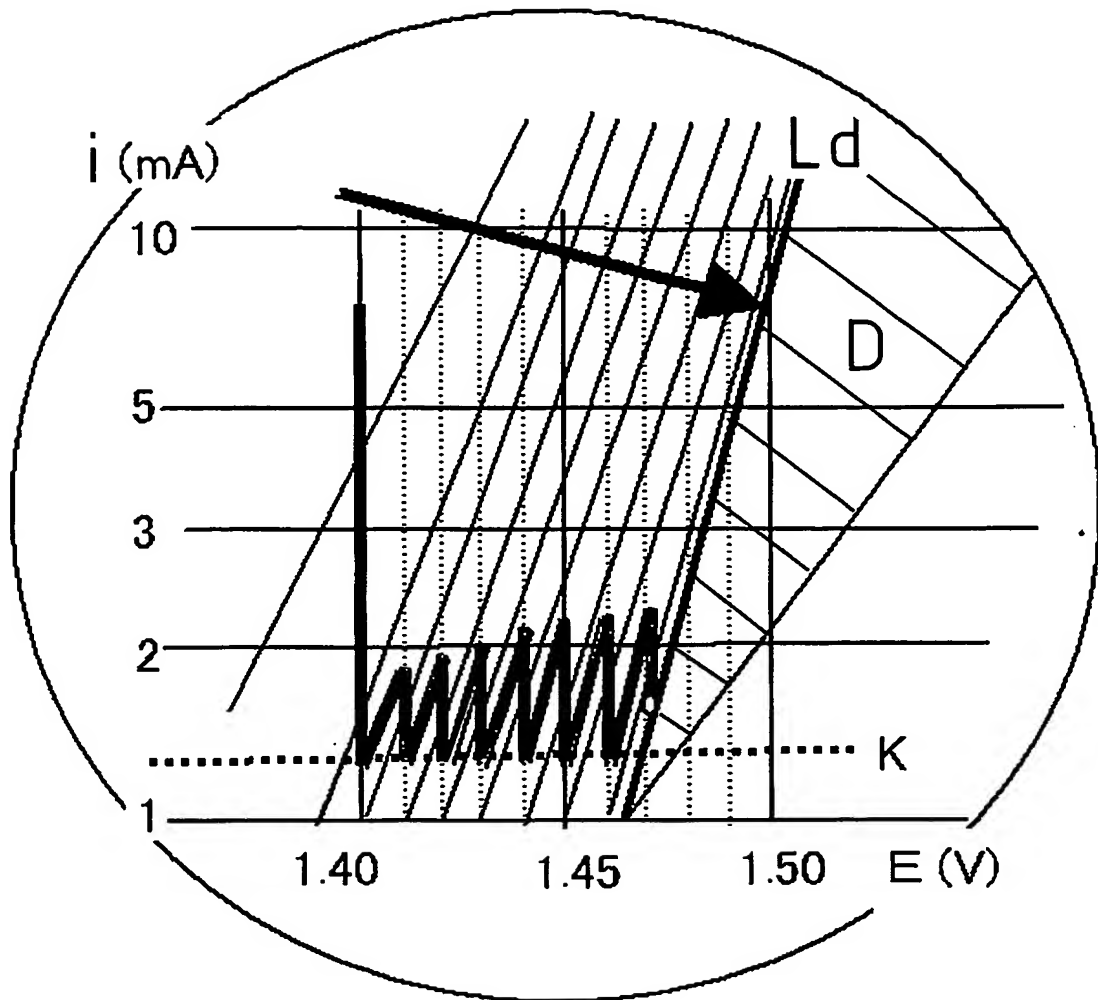
【図 2】



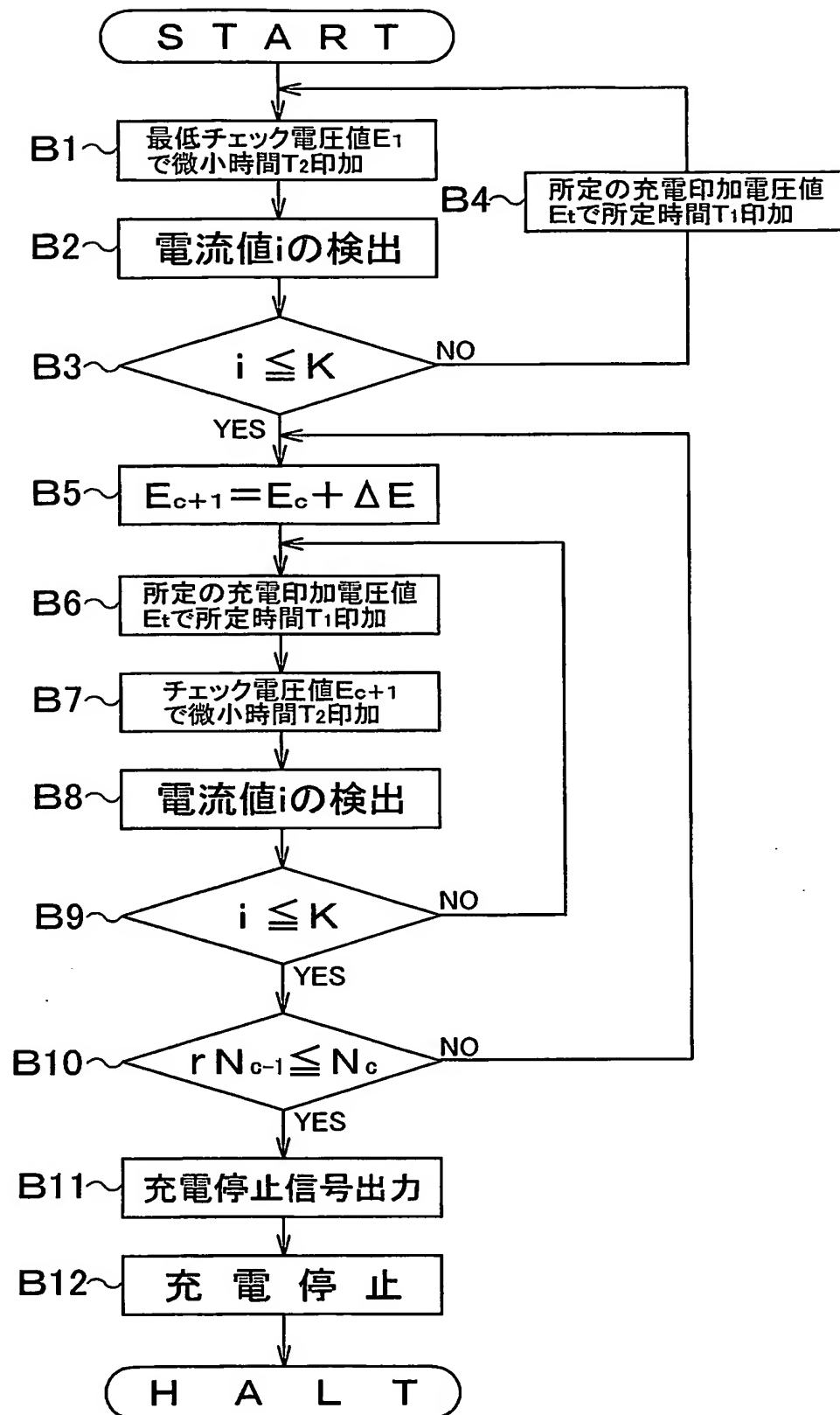
【図3】



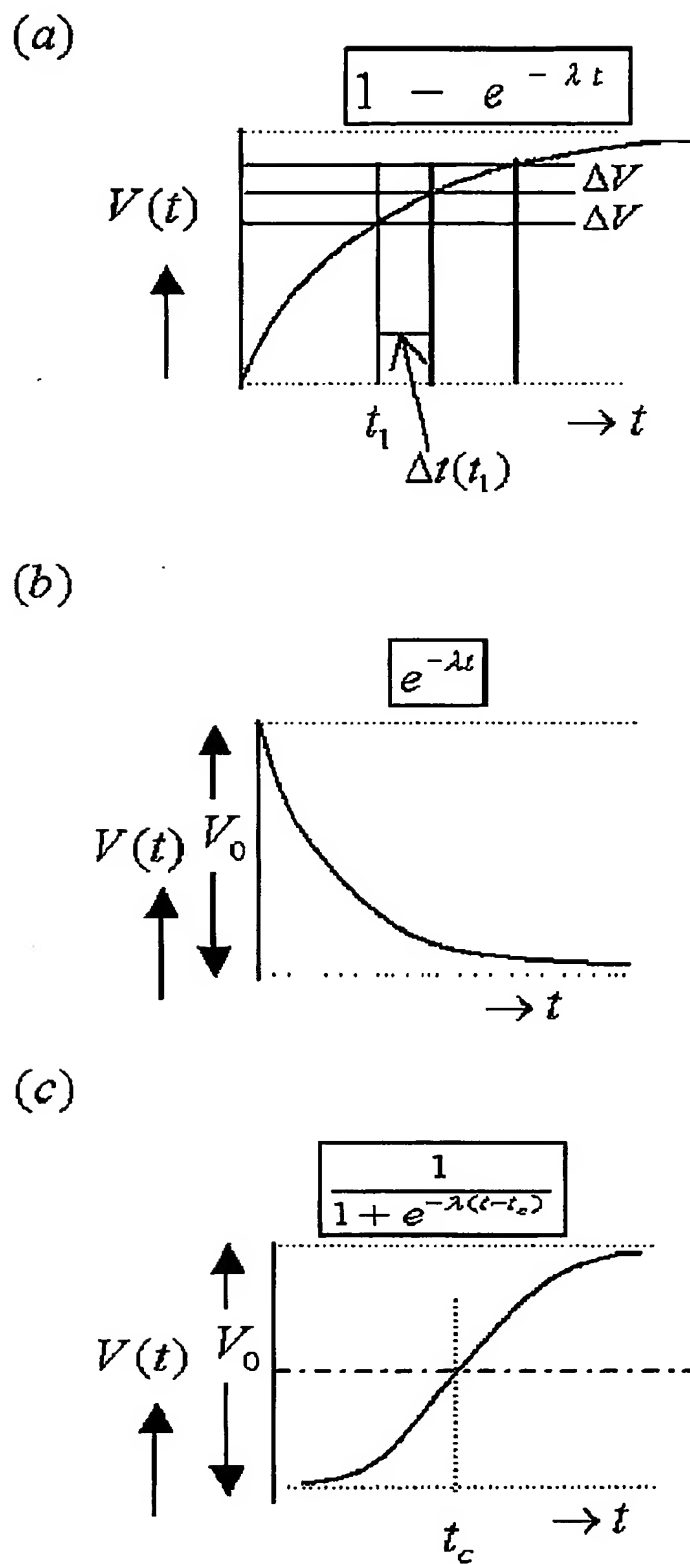
【図 4】



【図 5】

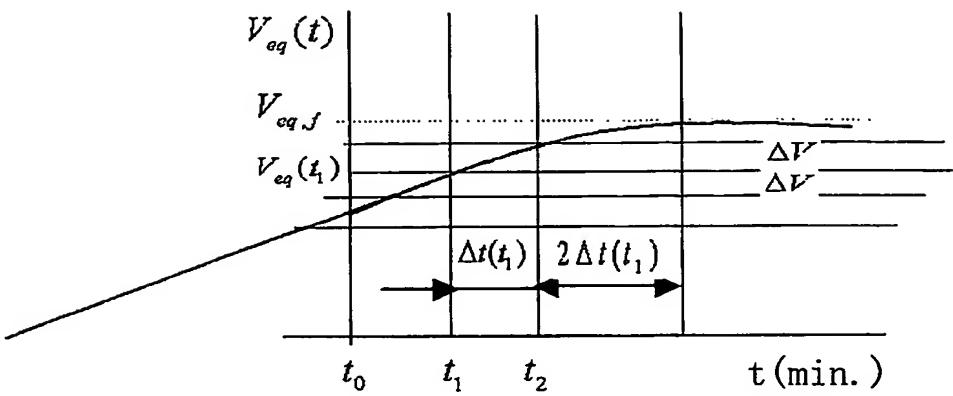


【図 6】

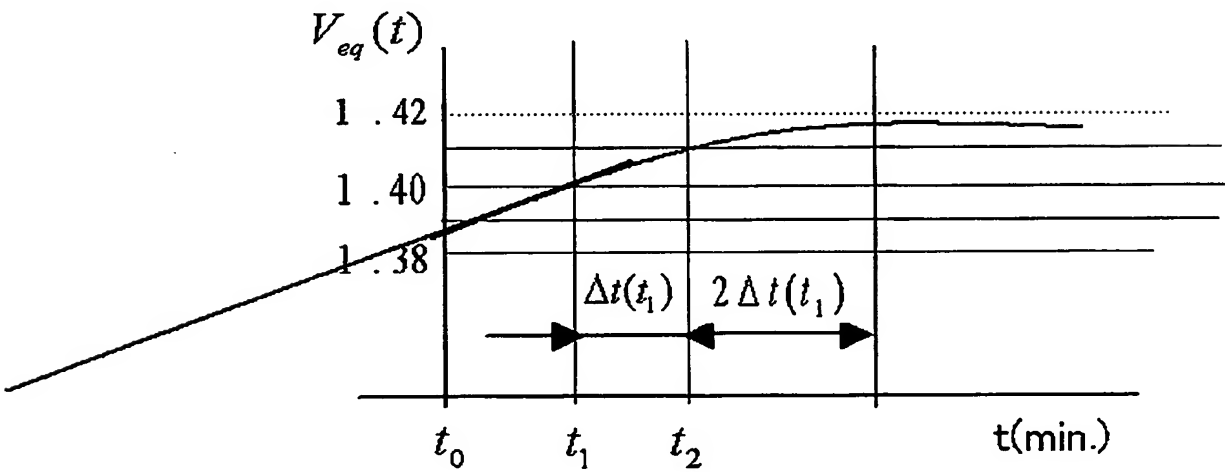




【図 7】



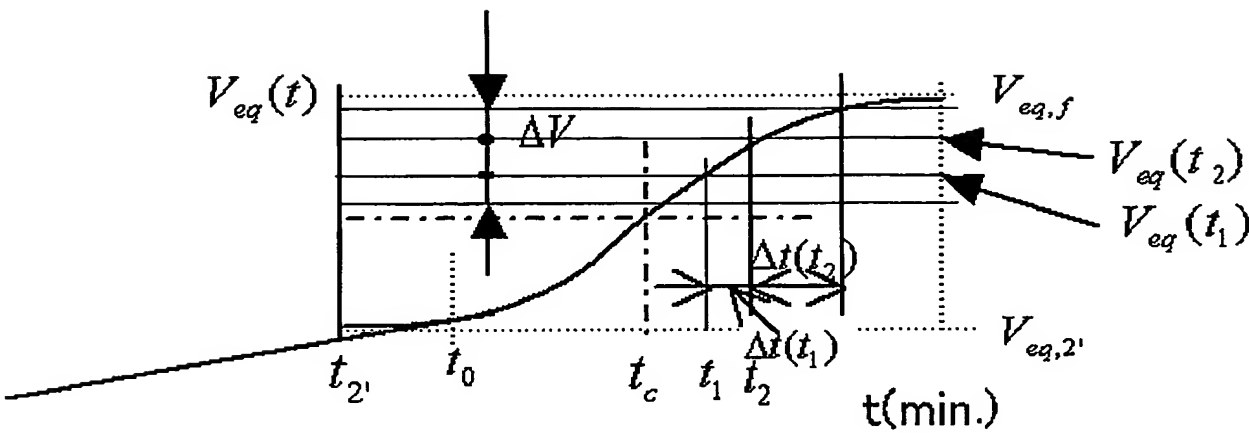
【図 8】



【図 9】

| $V_{eq}(t_1)$ | $\lambda \Delta t(t_1)$ | $A$ | $V_{eq}(t_2 + 2\Delta t(t_1))$ |
|---------------|-------------------------|-----|--------------------------------|
| 1.39          | ↓ 0.463                 |     |                                |
| 1.4           | ↓ 0.887                 | +   |                                |
| 1.41          | ↓ 2x0.887               | -   |                                |
|               |                         |     | 1.4158 vs. 1.42                |

【図 10】



【図 11】

|              | (1) $V_{eqf}=1.455, V_{eq2}=1.395V$ |                       | (2) $V_{eqf}=1.445, V_{eq2}=1.395V$ |                       | (3) $V_{eqf}=1.435, V_{eq2}=1.395V$ |                       |
|--------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| $V_{check}$  | $e^{-\lambda(t-t_c)}$               | $\lambda \Delta t(t)$ | $e^{-\lambda(t-t_c)}$               | $\lambda \Delta t(t)$ | $e^{-\lambda(t-t_c)}$               | $\lambda \Delta t(t)$ |
| 1.4          | 11                                  | ↓                     | 9                                   |                       | 7                                   |                       |
| 1.41         | 3                                   |                       | 2.33                                | 1.35                  | 1.666                               | 1.435                 |
| 1.42         | 1.4                                 |                       | 1                                   | 0.847                 | 0.6                                 | 1.02                  |
| 1.43         | 0.714                               | 0.673                 | 0.4286                              | 0.847                 | 0.1428                              | 1.435                 |
| 1.44         | 0.333                               | 0.762                 | 0.1111                              | 1.35                  |                                     | 1.435x2               |
| 1.45         | 0.0909                              | 1.3                   |                                     | 1.35x2                |                                     |                       |
|              |                                     | 1.3x2                 |                                     |                       |                                     |                       |
| 終止時 $V_{eq}$ | 1.45459                             | 99.97%                | 1.44463                             | 99.97%                | 1.4347                              | 99.97%                |

## 【書類名】 要約書

## 【要約】

【課題】 二次電池の種類や型番等に関わらず、どのような二次電池であっても、充電率が略 100% になるように充電することができる二次電池の充電装置を提供することを課題とする。

【解決手段】 二次電池の充電装置 1 に、それまでのチェック電圧値に所定の刻み幅の電圧値を加算して新たなチェック電圧値を設定するインクリメント手段と、充電電圧を所定の充電印加電圧値又はチェック電圧値に切り換える電圧・電流制御部 5 と、電流検出部 8 によって検出された電流値が、予め入力設定された判定基準値以下になったか否かを判定する第 1 の判定手段と、第 1 の判定手段による前回の肯定判定から今回の肯定判定までの間の所要時間が、前々回の肯定判定から前回の肯定判定までの間の所要時間の  $r$  ( $r$  は 1 以上の実数) 倍を越えたか否かを判定する第 2 の判定手段と、を具備した充電制御装置を設ける。

## 【選択図】 図 5

特願 2004-049782

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[500227059]

1. 変更年月日

2003年10月 3日

[変更理由]

住所変更

住 所

兵庫県神戸市中央区港島南町五丁目5番2号 神戸国際ビジネスセンター

氏 名

テクノコアインターナショナル株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**